

**VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ –
TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA**

Hornicko – geologická fakulta

Institut environmentálního inženýrství

**Obnovitelné zdroje energie – klady a zápory
při jejím získávání**

**The Renewable Energy Sources – the
Obtaining Advantages and Disadvantages**
bakalářská práce

Autor:

Oldřich Havlena

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Tomáš Bouchal, Ph.D.

Ostrava 2012

PROHLÁŠENÍ

Celou bakalářskou práci včetně příloh, jsem vypracoval(a) samostatně a uvedl(a) jsem všechny použité podklady a literaturu.

Byl(a) jsem byl seznámen(a) s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména § 35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).

Souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé bakalářské práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.

Souhlasím s tím, že bakalářská práce je licencována pod Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported licencí. Pro zobrazení kopie této licence, je možno navštívit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/> Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu o komerční využití z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.

Bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu komerčnímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě dne
18. 4. 2012

Oldřich Havlena



VŠB - Technická univerzita Ostrava
Hornicko-geologická fakulta
Institut environmentálního inženýrství

Zadání bakalářské práce

Student: **Oldřich Havlena**
Studijní program: B2102 Nerostné suroviny
Studijní obor: 3904R005 Environmentální inženýrství
Téma: **Obnovitelné zdroje energie - klady a zápory při jejím získávání**
The Renewable Energy Sources - the Obtaining Advantages and Disadvantages

Zásady pro vypracování:

- 1) Úvod
- 2) Obnovitelné zdroje energie.
- 3) Fotovoltaika
- 4) Vliv fotovoltaiky na ekosystém
- 5) Diskuze
- 6) Závěr

Seznam doporučené odborné literatury:

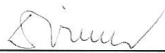
HASELHUHN, Ralf. Fotovoltaika : Budovy jako zdroj proudu . 1. české vyd. . Ostrava : HEL, 2011. 176 s. ISBN 978-80-86167-33-6.
MURTINGER, Karel; BERANOVSKÝ, Jiří; TOMEŠ, Milan. Fotovoltaika : Elektřina ze slunce. 2. vyd. . Brno : ERA, 2008. 81 s. ISBN 978-80-7366-133-5.
LIBRA, Martin; POULEK, Vladislav. Fotovoltaika : Teorie i praxe využití solární energie . 1. vyd. . Praha : ILSA, 2009. 160 s. ISBN 978-80-904311-0-2.
CENEK, Miroslav. Obnovitelné zdroje energie. 2., upr. a dopl. vyd. . Praha : FCC Public, 2001. 208 s. ISBN 80-901985-8-9.
GOETZBERGER, A.; HOFFMAN, Volker. Photovoltaic solar energy generation . Berlin : Springer, 2005. 232 s. ISBN 3-540-23676-7.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Tomáš Bouchal, Ph.D.**

Datum zadání: 31.10.2011

Datum odevzdání: 30.04.2012


prof. Ing. Vojtech Dirner, CSc.
vedoucí institutu




prof. Ing. Vladimír Slivka, CSc., dr.h.c.
děkan fakulty

ANOTACE

Předložená práce se zabývá využíváním obnovitelných zdrojů energie v České republice i v zahraničí. Jsou zde uvedeny techniky k získávání energií z větru, vody, biomasy a geotermálních systémů. Jednotlivé systémy jsou detailně popsány a jsou uvedeny jejich klady, popřípadě zápory. Dále je zpracováno využívání energie ze slunce (fotovoltaika), kde je podrobně vysvětlena výroba, instalace a výnos solárních panelů. Poslední kapitola se věnuje vlivu fotovoltaiky na ekosystém. Zde jsou uvedeny faktory ovlivňující životní prostředí při výrobě, recyklaci a výstavbě fotovoltaických elektráren.

Klíčová slova:

Elektrárna, elektrický proud, fosilní paliva, fotovoltaika, generátor, obnovitelné zdroje, sluneční záření, solární články.

ANNOTATION

This thesis deals with the usage of renewable resources in both the Czech Republic and abroad. It presents the techniques used when obtaining power from wind, water, biomass and geothermal systems. Each system is described in details, also discussing its advantages and disadvantages. It also discusses the usage of solar power (photovoltaics) explaining in details the production, instalation and profitability of solar panels. The last chapter presents the impacts of photovoltaics on the environment. It considers the factors affecting the environment during production, recycling and building of photovoltaic power station.

Keywords:

Power station, electric current, fossil fuel, photovoltaics, generátor, renewable sources, solar radiation, solar cells.

OBSAH

1	ÚVOD.....	1
2	OBNOVITELNÉ ZDROJE ENERGIE.....	3
2.1	Ennergie větru.....	4
2.1.1	Počátky využití energie větru.....	4
2.1.2	Větrné parky.....	4
2.1.3	Mořské větrné parky.....	5
2.1.4	Výhody a nevýhody energie větru.....	5
2.2	Energie vody.....	6
2.2.1	Počátky využití energie vody.....	6
2.2.2	Vodní elektrárna.....	6
2.2.3	Akumulační elektrárny.....	7
2.2.4	Přečerpávající elektrárny.....	7
2.2.5	Průtočné vodní elektrárny.....	8
2.3	Energie geotermální.....	9
2.3.1	Geotermální elektrárny.....	9
2.3.2	Geotermální HDR elektrárny.....	9
2.3.3	Geotermální teplárny.....	10
2.4	Energie biomasy.....	11
2.4.1	Vznik biomasy.....	11
2.4.2	Zpracování dřeva.....	12
2.4.3	Vytápění štípaným dřevem.....	12
2.4.4	Vytápění dřevěnými peletami.....	12
2.4.5	Elektrárny na biomasu.....	13
2.5	Solární termické elektrárny.....	13

2.5.1	Parabolické žlabové elektrárny	13
2.5.2	Solární věžové elektrárny	14
2.5.3	Komínové solární elektrárny	14
3	FOTOVOLTAIKA	15
3.1	Slunce - zdroj energie.....	15
3.2	Historie fotovoltaiky	16
3.3	Typy fotovoltaických článků.....	17
3.4	Princip a funkce fotovoltaických panelů.....	18
3.5	Fotovoltaika na budovách	19
3.5.1	Vhodná stanoviště	19
3.5.2	Stín a jeho řešení	20
3.5.3	Zapojení do sítě	20
3.5.4	Fotovoltaika na plochých střechách	22
3.5.5	FV na fasádě.....	22
3.6	Fotovoltaické elektrárny.....	23
4	VLIV FOTOVOLTAIKY NA EKOSYSTÉM.....	25
4.1	Škodlivé látky v procesu výroby.....	25
4.2	Recyklace modulů.....	25
4.3	Elektrosmog a hluk	26
4.4	Fotovoltaika a krajina.....	26
5	DISKUZE	28
6	ZÁVĚR.....	30
7	CITACE.....	32
8	SEZNAM OBRÁZKŮ	35
9	SEZNAM TABULEK	36

SEZNAM ZKRATEK

FV	Fotovoltaika
AM	Air mass (hmotnost vzduchu)
CO ₂	Oxid uhličitý
MW	Megawatt
kWh	Kilowatt hodiny
kW/m ²	Kilowatt na metr čtvereční
HDR	Hot Dry Rocks (horké suché skály)
P-N	Polovodiče typu P a polovodiče typu N
DC	Stejnoseměrný proud
AC	Střídavý proud
MWp	Megawatt peak
RoHs	Omezení užívání některých nebezpečných látek v elektronických a elektrických zařízeních
dBA	A- váha decibelu

1 ÚVOD

Energie byla vždy nedílnou součástí lidstva a zřejmě ještě dlouho bude. V dnešní době dochází k rekordnímu růstu ceny ropy a zemního plynu, protože zdroje už přestávají pokrývat celkovou spotřebu obyvatel. Kromě vyčerpání všech fosilních paliv dochází také ke klimatickým změnám, které mohou ohrozit celé lidstvo. Za nejpříjemnější řešení se považuje využití obnovitelné (regenerativní) energie. V průběhu několika desetiletí by mohlo dojít k úplnému nahrazení všech fosilních paliv za energii obnovitelnou. Otázkou ovšem zůstává, jestli se tak stane. Mnozí lidé vůbec nechápou, nebo si nechtějí přiznat, jaká katastrofa by nastala, kdyby fosilní paliva došly a nebyly řádně zastoupeny jiným zdrojem energie.

Veškeré obnovitelné zdroje energie představují různé podoby slunečního záření. Díky tomu, že ze slunce dopadá velké množství slunečního záření, existuje energie větru, vody nebo biomasy. Množství energie dopadající na zem je obrovské, ovšem jen malou část dovedeme v dnešní době využít. Musíme podotknout, že do doby průmyslové revoluce byly využívány pouze energie obnovitelných zdrojů.

V dnešní době se lidstvo vrací k obnovitelným zdrojům, ne jenom ze strany ekologické, ale i z ekonomické. Faktem je, že slunce svítí zadarmo a každé množství energie, které se nevyužije, je škoda. Pokud dojde k výstavbě elektrárny z obnovitelných zdrojů, pak je její provoz oproti ostatním elektrárnám mnohem lacinější. Další touha lidstva je dojít k absolutní nezávislosti na fosilních palivech.

Každé využívání obnovitelných zdrojů má určité faktory. V ČR se především jedná o geografické území, které nemá tak příznivé podmínky jako v okolních státech. Přesto, že ČR nemá tak velké využití alternativních zdrojů energie, situace se každým dnem zlepšuje a je jen otázkou času, jestli bude konkurovat v budoucnu ostatním zemím nebo ne.

Cílem mé bakalářské práce je popsat využití obnovitelných zdrojů energie jak v ČR, tak i v jiných státech. Nejprve se práce zabývá využitím energie větru, vody a biomasy. Druhá kapitola má za úkol hlouběji rozebrat problematiku fotovoltaických elektráren. Od jejich historie až po současnost zhodnotit jejich klady a zápory. Popsat funkci, výrobu a instalaci na rodinné domky, haly nebo v horším případě jako velké solární elektrárny. Třetí kapitola má za úkol zhodnotit vliv fotovoltaiky na ekosystém.

Kapitola je hlavně zaměřena na velké solární elektrárny, které svou obrovskou rozlohou a poměrně nehezkým tvarem získávají odpůrce fotovoltaické techniky k využití obnovitelných zdrojů, protože způsobují velký zásah do krajiny. Je také nutné zhodnotit výrobu fotovoltaických panelů, protože i ta nese menší problémy, které mohou ohrozit ekosystém. V poslední části mé práce budou formou diskuze zhodnocena všechna zařízení vyrábějící elektrický proud z obnovitelných zdrojů.

2 OBNOVITELNÉ ZDROJE ENERGIE

V moderní historii lidstva se začal termín obnovitelné zdroje energie objevovat v souvislosti se třemi různými fenomény, které začaly značně ovlivňovat život člověka na planetě Zemi.

V 18. století byl první fenomén průmyslová revoluce, která byla mimo řady jiných faktorů umožněna využitím neobnovitelných zdrojů energie (respektive fosilních paliv). Lidstvo se do doby počátků rozsáhlého využívání fosilních paliv spokojovalo při veškerých svých pokrytí energetických potřeb prakticky pouze s obnovitelnými zdroji energie.

Průmyslová revoluce následně umožnila postupný demografický rozvoj, který souvisel s obecně vyšším životním standardem touto průmyslovou revolucí umožněným. Následně se vyšší standard rozšířil i mimo primární průmyslová centra a vyvolal demografický rozvoj označovaný jako „populační exploze“, který by se dal považovat za druhý ze zmíněných fenoménů.

Jako třetí fenomén se objevil celkový rozvoj dopravy, komunikací a transportu energetických produktů, který značně urychlil využití a čerpání fosilních paliv a umožnil expanzi lidí do takových oblastí, které nebyly pro lidstvo příliš příhodné (tropické pralesy, polární oblasti, tajga atd.). Jeden z prvních významných milníků, který ovlivnil postoj k obnovitelným zdrojům, byla ropná krize, která zcela jasně ukázala křehkost lidské společnosti založené na intenzivně využívaných, ale nerovnoměrně ve světě rozložených zásob fosilních paliv. Rovněž se ukázalo, že stav světových zásob fosilních paliv není nevyčerpatelný. (Petráš, 2009)

Všechny zmíněné fenomény vedou k rychlému, až extrémně rychlému čerpání zásob fosilních paliv. Tím dochází k uvolňování dlouhodobě v nich vázanému skleníkovému plynu CO₂ a současnému ohrožování budoucnosti lidstva při rychlém nevratném narušování přírody a životních podmínek. (Beranovský, 2003)

Při současném stavu fosilních paliv je nutné využívat další možné zdroje energie (sluneční záření, voda, vítr). Využití obnovitelných zdrojů závisí do značné míry na podmínkách v dané oblasti, ale přesto tuhle alternativu nelze opomíjet. Je nutné s postupem času zdokonalovat technologii pro využívání obnovitelných zdrojů, a následně

se pomalu připravovat do situace, kdy fosilní paliva budou pouze minulostí a lidstvo bude připraveno a přizpůsobeno využívat pouze obnovitelné zdroje energie. (Cenek, 2001)

2.1 Energie větru

2.1.1 Počátky využití energie větru

Větrná energie patří mezi obnovitelné zdroje energie jako vzorová. Její využití není v žádném případě používáno teprve v poslední době, ale naopak již dlouho před Kristem v Orientu. Tehdy se stavěla větrná kola k zavlažování půd, která využívala princip dnešních větrných elektráren. Samozřejmě nevyráběla proud, ale vítr narážel do lopatek a voda pomocí otáčení rovnoměrně zavlažovala půdu.

V Evropě se energie získaná z větru začala využívat teprve ve 12. století pomocí sloupových větrných mlýnů. Tyto mlýny nebyly ještě dokonale promyšlené a docházelo často k protrhnutí plachet (upevněných na lopatkách) při nárazovém větru, nebo k tak vysoké rotaci, že se mechanismus doslova rozpálil a často shořel celý mlýn.

Teprve v období ropné krize koncem 70. let minulého století se začal využívat vítr k tvorbě elektrického proudu. Vývoj pokračuje stále do modernějších a vyspělejších technologií a v dnešní době větrné elektrárny představují opravdovou alternativu fosilních paliv. (Quaschnig, 2010)

2.1.2 Větrné parky

Větrný park je označení, kde jsou tři a více elektrárny. Hlavní rozdíl mezi samostatnou větrnou elektrárnou a větrným parkem je úspora nákladu na výstavbu. Samostatné velké větrné elektrárny musí být vybaveny signalizačním zařízením pro leteckou dopravu. U větrného parku se označuje pouze venkovní zařízení. To zlepšuje přehlednost a snižuje finanční prostředky pro realizaci a vybudování větrných elektráren.

Mezi nevýhody patří zásah do krajinného ekosystému, neboť většinou probíhá výstavba na orných polích a loukách, ovšem není to tak hrozné jako u fotovoltaických (dále jen FV) elektráren, protože elektrárny jsou od sebe umístěny dostatečně daleko a nedochází tak k velkému zastínění krajiny. Hlavní nevýhodou je, že dochází k ztrátám

vyvolaným vzájemným stíněním. Dochází tedy ke ztrátě 3 až 15 %. Pokud stojí elektrárny blízko obytných domů, mohou způsobovat nepříjemný hluk, nebo stín. Živočichové si z větší části zvyknou na otáčející se rotorové listy a jsou schopni se přizpůsobit. U ptactva může dojít k úmrtí během srážky s vrtulí. (Crome, 2002)

2.1.3 Mořské větrné parky

Jejich zásadní rozdíl oproti větrným parkům je, že se staví přímo v moři. Větrné elektrárny se staví pomocí speciálních lodí vybavenými jeřáby. Velkopřůměrová ocelová trubka se umístí několik metru pod hladinu mořského dna a zajišťuje celou stabilitu a nosnost elektrárny.

Elektrárny budované na moři jsou skoro totožné s elektrárnami na pevnině, jejich hlavní rozdíl je v kvalitě a musí být málo poruchové, protože každá oprava je velmi ekonomicky náročná. Budování v moři má ovšem jednu velkou výhodu a to je vyšší výkon až o 50 % než na pevnině, díky silnějšímu a rovnoměrnějšímu větru.

Propojení a připojení na síť všech elektráren v parku je náročnější než na pevnině. Musí být vybudována trafostanice, která připomíná vrtnou mořskou plošinu. Do ní vedou podmořské kabely a trafostanice mění elektrické napětí na vysoké napětí. To se pak mění na pevnině na střídavý proud. Tento princip zaručuje nejmenší ztrátu, která by byla bez použití trafostanic značně velká. (Quaschnig, 2010)

2.1.4 Výhody a nevýhody energie větru

Mezi výhody energie získané z větru je malá nákladnost na údržbu a provoz elektrárny. Instalace větrných elektráren je nenáročná a nezabírá velkou plochu využitelných půd. Na rozdíl od fosilních paliv je zde předvídatelnost ceny za vyrobenou kWh, protože ceny fosilních paliv značně rostou a do budoucna se počítá, že se stav ceny určitě nezmění k nižšímu, ale naopak poroste značně nahoru. V Evropě se větrná energie stává důležitým zdrojem k získání elektřiny. Nezanechává škodliviny a výrazně snižuje exhalaci. „Evropské sdružení pro větrnou energii (European Wind Energy Association) oznámilo, že do konce desetiletí plánuje zvýšit instalovanou kapacitu větrných elektráren v zemích současné Evropské unie na trojnásobek, tedy 75 000 megawattů. Takový objem

by zajistil elektřinu pro 86 milionů průměrných Evropanů (167 terawatthodin elektřiny) a pokryl třetinu závazku snížit exhalace oxidu uhličitého, ke kterému se EU zavázala v Kjótském protokolu (523 milionů tun).“ (www.czrea.org)

Hlavní nevýhodou větrných elektráren je jejich vzhled a hlučnost. Jsou to vysoké úzké stavby, které mají na vrcholu upevněné tři rotující vrtule, které mají v průměru od 17 do 115 metrů. Při točení dochází k hladinám zvuku do 50 decibelu, v noci do 40 decibelu (maximální povolená norma). Proto se musí elektrárny stavět několik set metrů od lidských obydlí. Přestože elektrárny mají vznikat v kulturních krajinách, jsou i výjimky, kdy se mohou ocitnout v chráněných krajinných oblastech. Při rotaci dochází k občasnému zabítí ptáku o náraz vrtule. (Wiedemann, 2004)

2.2 Energie vody

2.2.1 Počátky využití energie vody

Energie vody patří mezi nejstarší využívané zdroje energie. Podobně jako u větrných zavlažovačů, byla používána vodní kola k zavlažování již 600 let př. n. l.. Postupně se vodní využití rozšiřovalo a vznikaly vodní mlýny, které sloužily k mletí zrnobilí. Do 18. století se v Evropě točilo až 600 000 vodních mlýnů. S příchodem elektrifikace v 19. století se začaly uplatňovat elektrárny s vodními turbínami. (Wiedemann, 2004)

“Jednu z prvních vodních elektráren postavil T. A. Edison roku 1882 v Appletonu a krátce na to pod Niagarskými vodopády. Ještě před koncem 19. století provozovali "hydroelektrárnu" v podskalském mlýně u Písku, kde vodní kolo pohánělo tři dynama. Také v Praze existovaly na počátku 20. století dvě vodní elektrárny - na Těšnově a na Štvanici. Těšnovská byla roku 1929 zrušena, štvanická existuje dodnes.“ (www.vodni-tepelne-elektrarny.cz)

2.2.2 Vodní elektrárna

Pod pojmem vodní elektrárna se rozumí zařízení, které přeměňuje potenciální energii vody na elektrickou energii. Jádrem celé elektrárny je vodní turbína. Maximální

výkon vodních turbín může dosahovat až 700MW. Výkon odebíraný z vodních toků je závislý na spádu vody a na průtočném množství vody. Elektrárny proto využívají výškových rozdílů v daném prostředí. (Beranovský, 2003)

2.2.3 Akumulační elektrárny

Přehradní hráz zadržuje v zeměpisně výhodně položených míst dostatečné množství vody. Elektrárny (hráze) neplní pouze funkci výroby energie, ale chrání před povodněmi a mnohdy jsou důležitými zásobami pitné vody. Pomocí tlakového přívodního potrubí se přivádí voda z hráze do strojovny. Vlivem vysokého spádu se tvoří přetlak až 200 Bar, který pohání turbíny a ty vytvářejí elektrický proud. Tyto elektrárny mohou dosahovat až tisíce MW. Elektrárny se dělí podle výše spádu na nízkotlaké, středotlaké a vysokotlaké. (www.elektrarny.xf.cz)

2.2.4 Přečerpávací elektrárny

Typ vodní elektrárny, která si sama ukládá energii v podobě naakumulované vody. Mimo energetickou špičku, kdy je přebytek elektrické energie, provádí umělou akumulaci vody. Ta se naopak v době špičky využívá k výrobě elektrické energie. Voda se v tlakovém potrubí vrací dolů k turbíně a ta odebírá vodě energii a pohání generátor. Poté voda odtéká do nádrže, která je umístěna ve spodní části. Při přebytku elektrické energie se pohání elektromotor, který odebírá nadbytečnou vodu ze spodní nádrže a zpět ji ukládá do horní nádrže. Účinnost elektráren je 70 až 80 %. Ekonomicky jsou tyto elektrárny velmi atraktivní, protože proud je při přebytku levný. V ČR máme přečerpávací vodní elektrárnu Dlouhé Stráně (viz. Obr. 1). (www.cez.cz)



Obr. 1 Dlouhé stráně, letecký snímek (www.dlouhe-strane.cz)

2.2.5 Průtočné vodní elektrárny

Průtočné elektrárny je možno vystavit tam, kde je k dispozici velký výškový rozdíl. Hráz musí zadržet vodu a vytvořit vzdutí, tím se vytvoří výškový rozdíl hladin mezi místy toku před a za elektrárnou. Na vzdouvacím stupni voda teče na turbínu a ta pohání generátor. O požadované napětí v síti se stará generátor. (Holata, 2002)

U větších elektráren je konstrukce vyřešena tak, že je zapojeno několik paralelních turbín. Jezy a přehrady představují překážky jak pro lodě, tak i pro vodní živočichy. Problém se řeší plavebními komorami, které umožňují lodím proplout a překonat tak výškový rozdíl. Vodním živočichům umožňuje komůrkový rybí přechod proplout a dostat se za hráze. Průtočné elektrárny nemají dostatečný výkon jako již zmíněné elektrárny, a způsobují zhoršené podmínky pro tah ryb. Proto se v budoucnosti nedá očekávat podstatný nárůst výroby el. energie. (Quaschnig, 2010)

2.3 Energie geotermální

2.3.1 Geotermální elektrárny

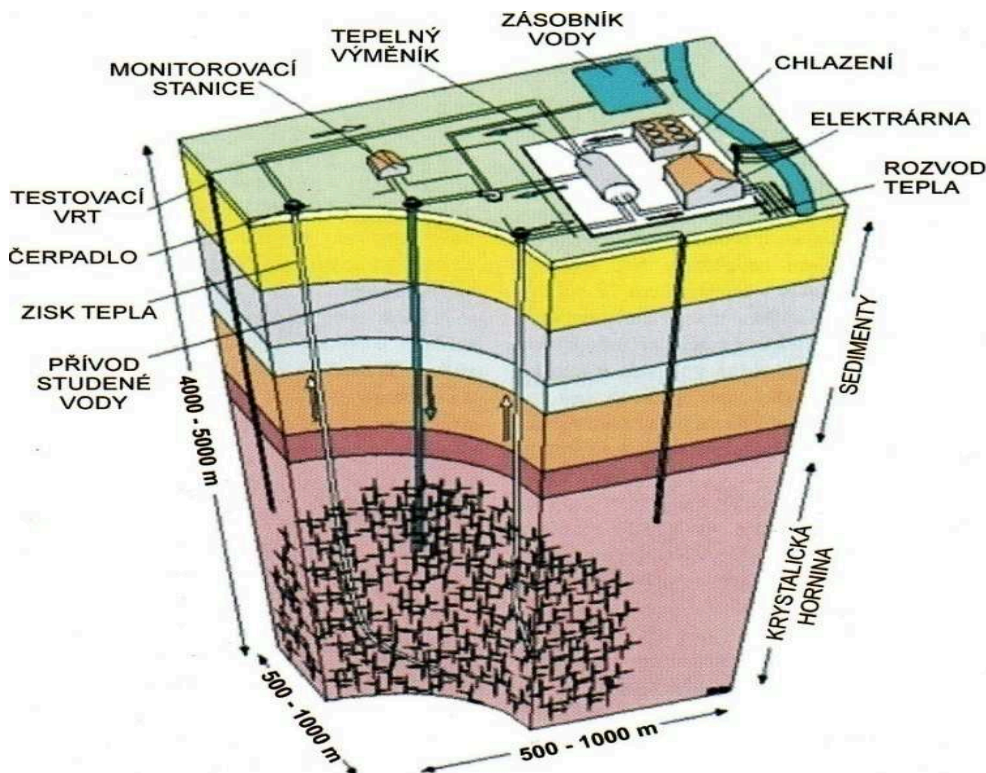
Geotermální energie patří mezi nejstarší energie na planetě Zemi. Energie byla získána z mateřské mlhoviny při samotném vzniku Země. Lze ji získávat pomocí tepelných čerpadel. Její potenciál je až 50 000 krát větší než u fosilních paliv. Energie se nejčastěji využívá k výrobě elektrického proudu. Vzniká v generátoru, kterým pohybuje vřelá voda a vodní pára, která stoupá ze Země a tím nevznikají žádné škodlivé emise plynu (pouze vodní pára). (Schulz, 1999)

2.3.2 Geotermální HDR elektrárny

Při vybudování elektráren se musí provést několik vrtů do hloubky 5 000 metrů. V takových hloubkách se teplota udržuje okolo 200°C a to i v případě geotermálně horších regionech. To zajišťuje velmi přijatelné účinnosti. V takových hloubkách již nejsou ložiska termálních vod. Nacházejí se zde horké suché horniny (Hot Dry Rocks). Je třeba vybudovat umělé podzemní dutiny, které slouží k odnímání tepla z hornin. K vytváření podzemních dutin se používá voda pod tlakem a ta rozšiřuje stávající páry a vytváří nové trhliny. Injektorovým vrtem se přivádí studená voda do hloubky. Tam se ohřívá na teplotu okolo 200°C. Produkčním vrtem se dostává voda zpět na povrch do výměníku pro výrobu elektrického proudu. (Viz obr. 2)

Před vybudováním elektrárny využívající geotermální energii je potřeba zjistit maximální dosažitelnou teplotu v dané lokalitě. V jakých hloubkách se bude vyskytovat očekávaná teplota lze v předstihu zjistit geology, kteří provádějí sběr geologických materiálů a sondážní vrty. Důležité je také kromě teploty i množství vody odváděné na povrch v závislosti na výkonu elektrárny. Cílem elektráren je, aby se po dobu minimálně třiceti let dala využívat voda o požadované teplotě. Tomu se přizpůsobují hloubkové vrty. Po dosažení požadované teploty je možno uskutečnit další hlubinný vrt, ale až o několik kilometru od stávající lokality. (Schulz, 1999)

Elektrárny vykazují dobrou ekologickou kompatibilitu. Elektrárenská strojovna a rozvodná síť je na povrchu, vše ostatní je ukryto pod zemí a nezpůsobuje negativní vliv



Obr. 2 Schéma geotermální HDR elektrárny (www.evvo.spaco.cz)

na život nebo krajinu. Problémem mohou být teponosné prostředky, které jsou za potřebí k výrobě proudu. Používá se zejména organické médium PF5050. Pokud by se dostalo 10kg do atmosféry, vyvolá to stejný skleníkový efekt jako 75 tun CO_2 . V dnešní době se dá nahradit alternativním médiem např. isopentanem. Mezi další problémy patří možnost seismických aktivit při vhánění chladné vody do podzemí. (www.mzp.cz)

2.3.3 Geotermální teplárny

Teplárny jsou vybaveny dopravními čerpadly, která čerpají horkou termální vodu napovrch. Vyčerpaná voda není samostatným teponosným médiem, protože obsahuje minerální soli a také přírodní radioaktivní příměsi. Do tepelného výměníku se dostává termální voda, která předává svou vnitřní energii do sítě dálkového vytápění. Poté se ochlazená voda dostává pomocí vrtu pro zpětnou injektáž zpět do země.

Pro získávání tepla není zapotřebí větších teplot než je 100°C a proto není třeba provádět velké hlubinné vrtty jako u geotermálních elektráren. Důležitou součástí je rezervní kotel, který slouží k akumulaci vody a v případě poruchy slouží jako nouzová dodávka vody pro odběratele. (Cenek, 2001)

2.4 Energie biomasy

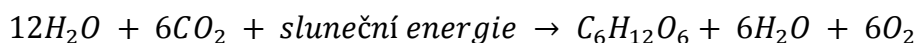
Biomasa je nejdéle využívaný zdroj energie, protože již jeskynní člověk používal oheň jako zdroj tepla. Jako biomasa se rozumí veškerá hmota organického materiálu, která zahrnuje jak živé, tak zemřelé organizmy a organické produkty látkové výměny. V dnešní době jsou některé země z 90% stále závislé na spotřebě energie pouze biomasou (Etiopie). Naopak v průmyslově vyspělých zemích byla biomasa do 20 století téměř bezvýznamná. V dnešní době nepoužíváme spalování biomasy pouze na otevřeném ohni, naopak spalování je dnes prováděno v moderních spalovacích zařízeních, za účelem získání elektrického proudu, paliva nebo plynu. (www.spvez.cz)

2.4.1 Vznik biomasy

„Fotosyntéza v rostlinách mění oxid uhličitý (CO_2), vodu (H_2O) a pomocné látky, jako jsou různé nerosty, na biomasu ($\text{C}_k\text{H}_m\text{O}_n$) a kyslík (O_2):

$\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 + \text{pomocné látky} + \text{energie} \rightarrow \text{C}_k\text{H}_m\text{O}_n + \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 + \text{produkt látkové výměny}.$

Při tzv. kyslíkové fotosyntéze vzniká např. v nejjednodušším případě glukóza (hroznový cukr $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$):



Téměř veškerý kyslík, který se nachází v zemské atmosféře, se vytvořil v procesu fotosyntézy. Kyslík, tento životně důležitý prvek pro naše dýchání, vznikl jako čistý odpad při tvorbě biomasy.“ (Quaschnig, 2010)

Pro biomasu je zásadní voda a sluneční energie. Určuje se účinnost rostliny a to tak, že se podělí množství sluneční energie s výhřevností usušené rostliny, kterou získala ve fázi svého růstu. Nejvyšší účinnosti při transformaci slunečního světla na biomasu dosahují C-4 rostliny (kukuřice, čínský rákos, proso). Pokud jsou dosaženy optimální podmínky, tak je jejich účinnost okolo 2 až 5 %. (www.spvez.cz)

2.4.2 Zpracování dřeva

Dřevo je v dnešní době nejpoužívanější surovinou pro vytápění. K jeho získání je potřeba nejprve skácet strom, ten následně nařezat na kulatiny a pomocí sekery nebo štípače je dostat do přijatelné velikosti, aby šlo použít k vytápění. Pro příznivější spalování je vhodné dřevo několik let vysušit dle druhu stromu. Při zpracování dřeva dochází k odpadu, který se také dále zpracuje (piliny, řeziny, větve, kůra atd.) na dřevěné štěpky, pelety nebo brikety. (Bacher, 2002)

2.4.3 Vytápění štípaným dřevem

K vytápění se používají kotle, které se umísťují do sklepů nebo speciálních místností (kotelen), ve výjimečných případech jsou kotle umístěny v kuchyních nebo v podobných místnostech. Nevýhoda, na rozdíl od krbových kamen, je ve vzhledu. Výhodou je větší zásobník na dřevo, který umožňuje delší výhřevnost o několik hodin. Do kotle je vzduch poháněn tak, aby plameny šly do stran nebo dolů. Tím se snižují emise a zvyšuje doba hoření. Účinnost kotlů bývá až 88 %, u menších kotlů pro domácnosti je účinnost o něco nižší. (www.viessmann.cz)

2.4.4 Vytápění dřevěnými peletami

Zásobu paliva zajišťuje skladovací prostor na pelety, který je vždy poblíž kotle. Pelety se přivezou speciální cisternou, která je určena k převozu pelet. Bez většího zásahu člověka se napojí cisterna s přívodem a pelety se tlakem přesunou do zásobovací místnosti. Výhodou je také skladování a doprava, protože pelety mají normovanou velikost a ulehčují tak přepravu. Ze zásobníku se pelety dostanou do kotle pomocí přepravníku. Zásobníky mají většinou velikost takovou, aby byly schopny poskytnout topení na jednu sezonu. (Murtinger, 2006)

Řízení kotle je plně automatické. Od zapalování, které se provádí elektricky za pomoci dmychadla až po šneka, který odebírá popel do popelových kontejnerů. V denním provozu není za potřeby zásah člověka, pouze v případě poruchy, nebo poškození zařízení. Popel se může rovněž používat jako hnojivo na zahrádce. (www.jilos.cz)

2.4.5 Elektrárny na biomasu

Výroba není oproti FV a větrných elektráren závislá na stavu počasí. Palivo je možno skladovat a v případě potřeby použít kdykoliv. Elektrárny jsou vhodné jako doplňkové zdroje ostatních obnovitelných elektráren. Výkon je oproti tepelným elektrárnám mnohem nižší asi 20MW. Mnohem výhodnější je kombinovaná elektrárna s teplárnou. V létě není zapotřebí výroba tepla, tak se zaměřuje pouze na výrobu proudu, v zimním období se vyrábí jak teplo tak i proud. (Bacher, 2002)

2.5 Solární termické elektrárny

2.5.1 Parabolické žlabové elektrárny

Parabolicky žlabové elektrárny jsou tvořeny parabolickými zrcadly vedoucí veškeré sluneční světlo do jedné ohniskové linie. Kolektory se při realizaci staví vedle sebe do jednotlivých žlabů. Jednotlivé kolektorové žlaby vytvářejí solární kolektorová pole. Ohniska na trubici absorbéru jsou díky zrcadlům koncentrované slunečním světlem více než osmdesátinásobně. Trubice je uložena ve vakuovém skleněném plášti, aby docházelo k co nejmenším tepelným ztrátám. V trubicích protéká v současné době olej, který má speciální tepelné vlastnosti. Teplota oleje se ohřívá zářením na 400 °C. Veškerá ohřátá voda se akumuluje do výměníku a poté se předává do parovodního okruhu. Zde pohání pára turbínu a generátor vyrábí elektrický proud. Na principu pracují i jiné parní a uhelné elektrárny, které využívají parní pohon. Přes den se zásobník vytápí přebytečným teplem a při špatném počasí nebo v noci se udržuje oběh. Jako vhodné medium se používá nejčastěji tekutá sůl.

Jako největší nevýhoda parabolických žlabových elektráren je malá účinnost turbín, která je pouze 35 %. U solárních kolektorů je účinnost 70%, ale při přeměně na elektrickou energii se velká část ztrácí. Pokud je třeba zvýšit intenzitu slunečního záření, musí se použít koncentrátor. Koncentrované světlo je pak možno dále přeměnit na elektrickou energii za mnohem příznivějších podmínek. Mezi další technologie patří solárně-termické elektrárny, které nejprve přeměňují sluneční svit na teplo a poté teprve na elektrickou energii. Tyhle technologie se nejvíce uplatňují v místech, kde je velký sluneční svit po celý rok. (Schulz, 1999)

2.5.2 Solární věžové elektrárny

Podle pohybu Slunce se natáčí stovky až tisíce otočných zrcadel, které jsou nasměrované na věž. Heliostaty se natáčí pomocí počítačů, které přesně určují v jakém úhlu a místě se nachází Slunce. Přesnost nasměrování musí být maximální, aby došlo k ohřevu jednoho ohniska. Teploty na přijímači kde se nachází absorbér, se šplhají až k 1000 °C. Teplo se přenáší k plynové nebo parní turbíně pomocí tekuté soli nebo vzduchu. Generátor pak přemění teplo na elektrickou energii, která se přivádí do sítě. (Schulz, 1999)

2.5.3 Komínové solární elektrárny

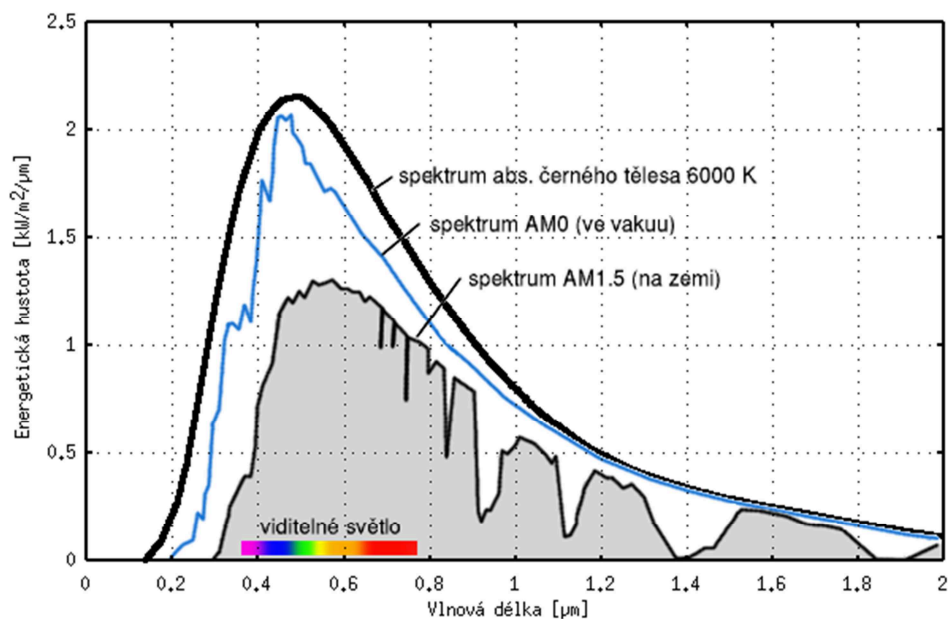
Elektrárny se zcela odlišují od všech ostatních termických elektráren. Solární komínová elektrárna pracuje na principu ohřívání vzduchu, nikoli na koncentraci slunečního světla. Kolektorové pole je tvořeno velkou rovnou skleněnou nebo plastickou střechou a uprostřed je vysoký komín. Plocha střechy se neustále podélně zvedá, čím více se blíží komínu. To způsobuje stoupání vzduchu až ke komínu, kde proudí vysokou rychlostí a díky zabudovaným turbínám a generátorům dochází k výrobě elektrického proudu. Pod střechou jsou v půdě schované hadice, které akumulují teplo, a tím může elektrárna dodávat proud celý den. Účinnost elektrárny na rozdíl od jiných je velmi malá. Proto je nutné k využití postavit obrovskou plochu střechy, a také zvýšit komín. Typ elektrárny je vhodný pro pouštní oblasti, ale investice je velmi drahá. (Quaschnig, 2010)

3 FOTOVOLTAIKA

3.1 Slunce - zdroj energie

Hlavním zdrojem energie, které se nachází ve Slunci, je jaderná fúze. Každou sekundu se ve Slunci přemění 600 milionů tun vodíku na helium. Celková hmotnost helia, která při procesu vznikne, je o něco menší než samostatný vodík, který zde vstupuje. Einsteinovým vztahem, který zní $E = m \cdot c^2$, můžeme přepočítat rozdíl hmotnosti na energii. Ve Slunci klesne 4,26 milionů tun hmoty po dobu jedné sekundy, z čehož vyplývá uvolnění $3,8 \cdot 10^{26}$ J energie. Slunce se považuje za udržitelný zdroj energie, ale není věčný. Stadium slunce by mělo přetrvat okolo 5 miliard let.

Teplota slunce je přibližně 5 900 K. Přenos energie na Zemi je ve formě elektromagnetického záření. Energie dopadající na začátek atmosféry má výkon $1,4 \text{ kW/m}^2$. Na povrch dopadá zářivý výkon $1,8 \cdot 10^{17}$ W. Velká část je při průchodu atmosférou pochycena a na zem při jasné obloze dopadá průměrně 1kW a při oblačnu jen desítky wattů. Průchodem atmosférou je spektrum slunečního záření ochuzeno a pozměněno o některá pásma. Pojmem globální záření označujeme sluneční záření dopadající na zemský povrch a to udává záření všech vlnový délek ve všech směrech. Pokud se provádí měření intenzity slunečního záření, uvádí se dvě základní složky. První je záření přímé, které je přítomno pouze při jasné obloze. Jako druhé se uvádí záření difuzní neboli rozptýlené. Při zatažené obloze je záření pouze difuzní, naopak při jasné obloze jsou záření obě. (Murtinger et al., 2007)



Obr. 3 Spektrum slunečního záření (www.solartec.cz)

„AM0 (air mass) je spektrum slunečního záření v kosmickém prostoru ve vzdálenosti 150 miliónů kilometru od slunce bez ovlivnění atmosférou. Celková energetická hustota tohoto spektra je $1367 \pm 7 \text{ W/m}^2$.

AM1.5 je modelové spektrum slunečního záření po průchodu bezoblačnou atmosférou. Energetická hustota tohoto spektra je 1 kW/m^2 , v reálu ale silně závisí na průhlednosti atmosféry. Celkový teoreticky využitelný výkon slunečního záření odpovídá šedé ploše pod křivkou AM1.5.

Pokud je slunce přímo v zenitu, ve výšce devadesáti stupňů, prochází sluneční záření nejmenší možnou vrstvou vzduchu. Takové spektrum se označuje jako AM1. Většinu doby ale slunce nebývá tak vysoko a sluneční záření proto musí procházet větší či menší vrstvou atmosféry. Pro FV se proto používá spektrum AM1.5, odpovídající výšce slunce přibližně 45° nad obzorem. Sluneční záření v tomto případě prochází jeden a půl násobně mohutnější vrstvou vzduchu.“ Na obrázku č. 3 je zobrazeno spektrum slunečního záření při vstupu do atmosféry. (www.solartec.cz)

3.2 Historie fotovoltaiky

V roce 1839 francouzský fyzik Alexander Edmond Becquerel náhodným pokusem s kovovými elektrodami ponořenými v elektrolytu zjistil, že při osvětlení začne procházet malý el. proud. Dalším průkopníkem v oboru byl Fritts. Ten v roce 1883 sestrojil články,

které měly plochu kolem 30 cm^2 s účinností okolo 1 %. K praktickému využití nedošlo, protože vzhledem k malé účinnosti bylo zařízení téměř nepoužitelné. První křemíkový FV článek byl patentován americkým inženýrem Russelem Ohlem v roce 1946. Výrobní cena byla drahá, protože byl použit čistý křemík. Účinnost dosahovala okolo 6 % a to se v praktickém hledisku dalo považovat za přínosné. Použití prvních křemíkových FV článků nebylo ani z daleka myšleno jako alternativní zdroj elektrické energie na Zemi. Využití bylo potřebné pro získání elektrické energie na umělých družicích, které doposud neměly žádnou jinou možnost jak se pohybovat po oběžné dráze. Finanční stránka zde nehrála žádnou roli. (Komp, 2002)

V sedmdesátých letech, v období ropné krize, se začalo teprve uvažovat o alternativní náhradě za ropu solární technologií. Státy po celém světě dávaly velké částky pro výzkum nových technologií na výrobu alternativních zdrojů. Jeden z důvodů výroby křemíkových FV článků byl, že prudce vzrostla výroba křemíkových polovodičových součástek. Tím se stala výroba čistého křemíku mnohem levnější, než tomu bylo dříve. Největším nárůstem světového trhu s FV byly roky 2004 až 2005. Zde vzrostl trh o 42 % a bylo prodáno více jak 11 tisíc tun křemíku pro výrobu FV článků. (www.itserve.cz)

3.3 Typy fotovoltaických článků

Články se vyrábí po dobu padesáti let a člení se pro přehlednost do čtyř generací. První generace FV článků používá k výrobě čistý křemík, což je finančně nevýhodné. Výroba je z monokrystalického křemíku a nachází se zde velkoplošný p-n přechod. V současné době je technologie stále nepoužívanější hlavně pro velkoplošné instalace, protože má velkou účinnost a stabilní výkon.

Druhá generace se výrazně zabývá výrobou tenkovrstvých článků a snaží se zlevnit výrobní cenu celého článku. Články se vyrábí z mikrokrytalického nebo amorfního křemíku. Účinnost se postupem času snižuje na minimum. Výrobou se zabývá hlavně armáda, která se snaží články aplikovat na oblečení a je schopna nabíjet vysílačky, nebo jiné elektrické spotřebiče, které mají menší odběr proudu.

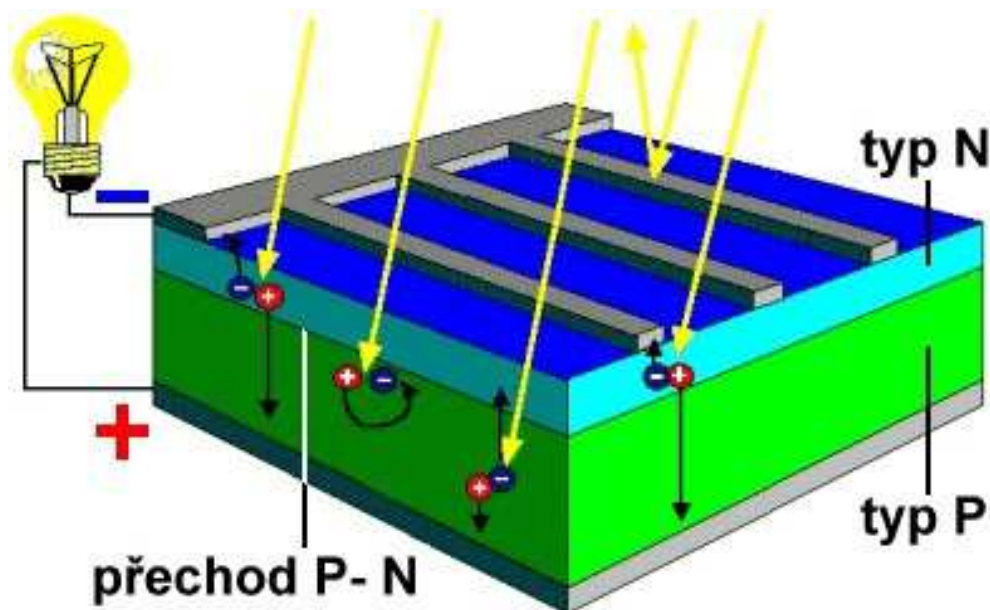
Za třetí generaci se považují takové systémy, které používají jinou metu než p-n přechod a vyrábí se z jiných materiálů než polovodiče. Mezi nejčastější patří fotoelektrochemické články složené z molekuly fullerenu a konjugovanými dvojnými

vazbami. Články se prozatím neuplatňují ve větším množství, protože nemají dostatečnou účinnost ani životnost.

Jako čtvrtou generaci tvoří složené FV články, které mají schopnost využívat širokou oblast slunečního spektra. Každá vrstva využívá rozsah světla v jiných vlnových délkách, tím dochází k většímu využití slunečního spektra. (Murtinger et al., 2007)

3.4 Princip a funkce fotovoltaických panelů

Nejdůležitějším prvkem pro přeměnu slunečního záření na elektrickou energii je solární článek. Každý článek má polovodičový přechod PN, který je na stejném principu jako polovodičová dioda. Elektrické pole vysoké intenzity vzniká mezi materiálem typ P a N. Ta se nazývá přechodová vrstva P-N a umožňuje pohyb volných nosičů nábojů při absorpci světla (viz obr. 4). Proud, který vznikne na článku, je odváděn pomocí dvou elektrod. Při připojení zátěže, nebo elektrického spotřebiče dochází mezi elektrodami k toku stejnosměrného proudu. V současných článcích, které se v dnešní době vyrábějí nejčastěji, je účinnost okolo 16 % z přeměny slunečního záření na elektrickou energii. Při sériovém, někdy i paralelním zapojení několika solárních článků vzniká solární panel. Články musí být zapojeny tak, aby bylo výsledné napětí na výstupu dostatečně velké pro předem určené zařízení (měnič, spotřebič). Každý solární panel musí mít dostatečnou odolnost proti nárazovému větru, mrazu, krupobití a dalším klimatickým podmínkám, aby nebyly poškozeny. (Poulek et al., 2006)



Obr. 4 Princip a činnost solárního článku (www.cez.cz)

3.5 Fotovoltaika na budovách

FV lze projektovat na budovy nové, kde je důležité před projektováním stavby řešit umístění s architektem a případně přizpůsobit stavbu tak, aby byla možnost solárních panelů využita na maximum. U starších staveb je instalace možná, ale je nutno počítat, že umístění panelů nemusí být tak výhodné jako u předem projektovaných staveb a je zde nutnost použít opatření, která nám zajistí maximální využití (jiný typ konstrukce, motorové otáčení solárních ploch atd.).

Investor a architekt musí definovat několik požadavků, které by neměly být opomenuty. Je zapotřebí vybrat typ a materiál solárních článků, velikost a správné upevnění na budově. V žádném případě se nesmí zapomenout na statiku, průchody střechou a denní spotřebu proudu, je-li vlastní využívání FV proudu. (Haselhuhn, 2010)

3.5.1 Vhodná stanoviště

Nezbytnou podmínkou je správná volba budovy a stanoviště. Postavení Slunce se v průběhu dne i roku mění a musí se proto použít hodnoty ozáření za celý rok. Aby šlo

určit roční ozáření pro libovolný sklon a úhel je zapotřebí využít diagramy ozáření, podle kterých lze zajistit nejvýhodnější umístění solárního generátoru. (Otti, 2009)

U střech, kde je sklon větší jak 12° není nutné ruční čištění před prachem, listím nebo sněhem. Úhel je dostatečně velký, aby docházelo k samočištění pomocí deště a gravitace. Je-li sklon menší, musíme brát v úvahu pravidelnou kontrolu a čištění, které je nezbytně nutné pro vyšší účinnost. Další roli hraje oblast a místní podmínky (prach z průmyslových oblastí, silnice, pyl atd.). Pokud v dané oblasti nedochází k extrémním sněhovým srážkám, tak sníh z FV panelů roztává dříve než v samotném okolí. Za rok mohou být ztráty až 5% při znečištění povrchu solárních panelů. (Haselhuhn, 2010)

3.5.2 Stín a jeho řešení

Nejčastěji moduly obsahují větve s 36 nebo 72 články a jejich citlivost na stín je velmi vysoká. Pokud se nachází na článcích sériově zapojených modulů např. spadlý list nebo prach, nedochází k žádné výrobě proudu. Ostatní články jsou přitom nadále aktivní a přes zastíněný článek prochází proud, který energii mění na teplo. Zde vznikají tzv. horké body (Hot spot), které by mohly roztavit materiál a porušit tak celý modul. K zabránění poškození se používají obtokové diody (bypass), které proud vedou mimo článek, který je neaktivní. Diody nechrání pouze samostatný modul před poškozením, ale také jsou určeny ke snížení ztrát výnosu způsobené nechtěným stínem.

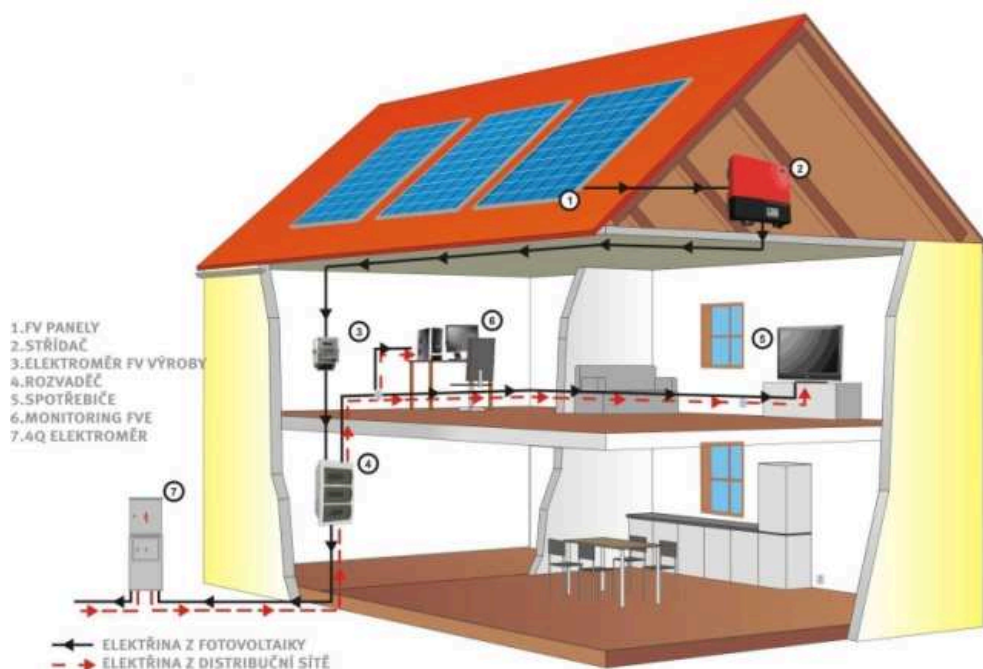
V oblastech kde dochází k velkému nebo vodorovnému zastínění je nutné, aby moduly byly vodorovně uspořádány a došlo tak ke snížení ztrát zhruba na polovinu. Evropská norma EN 50380 udává informace, jaké musí výrobce uvést v datovém listu. Tím je možné vzájemně jednotlivé moduly srovnat, optimalizovat návrh a výsledné zapojení. (Haselhuhn, 2010)

3.5.3 Zapojení do sítě

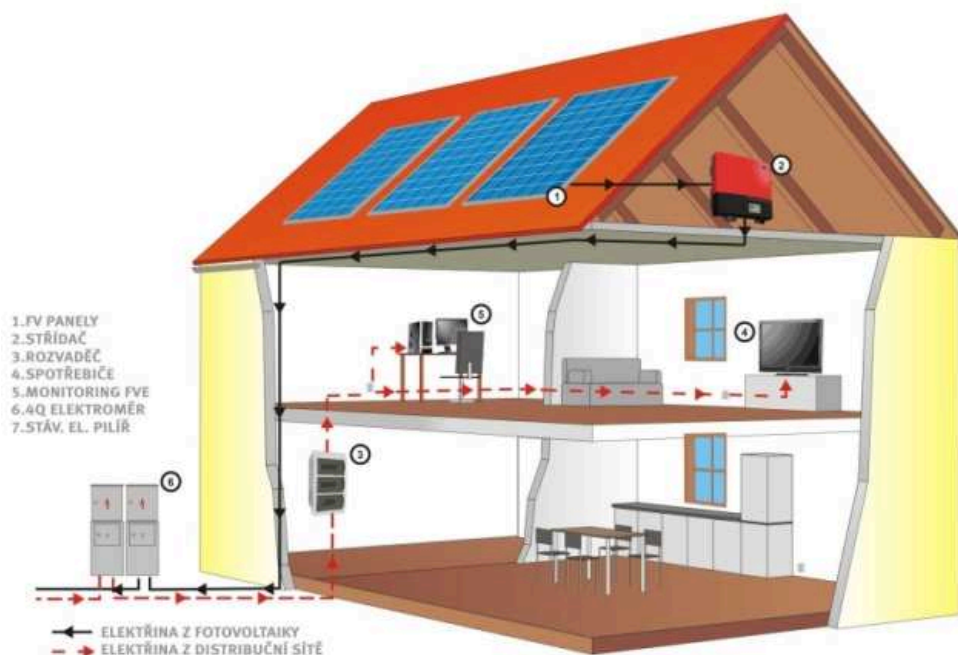
Při zapojení FV zařízení do sítě máme dvě možnosti. Jako první je tzv. zapojení na zelený bonus. To funguje tak, že vyrobený proud se akumuluje do baterií, nejčastěji typu Lion a poté se ze stejnosměrného proudu převádí na střídavý. K tomuto procesu potřebujeme mít zapojený měnič elektrické energie z DC na AC. Z měniče je napojen

přívod elektrického proudu přes speciální hodiny, které jsou zapojeny do elektrického rozvodu domu. Vyrobená elektřina se dále používá v kombinaci s elektřinou z rozvodné sítě. Pokud dojde k přebytku elektrického proudu, který není dále využit, samovolně teče do distribuční sítě. Za veškerou vyrobenou elektřinu, která je navíc, vyplatí distributor předem určenou výkupní cenu. Výhodou je snížení platby dosavadní faktury za elektřinu. (viz. Obr. 5). (Murtinger et al., 2007)

Druhou možností je zapojení na povinný výkup. Zde se veškerá vyrobená elektřina s FV panelů dodává do distribuční sítě. Tím se veškeré domácí spotřebiče a elektrická zařízení napájí z distribuční sítě. Provozovatel distribuční soustavy má ze zákona povinnost odkoupit vyrobený proud za předem určenou cenu. Veškerá odebraná energie ze sítě se pak klasicky platí jako u běžného uživatele bez FV techniky (viz. Obr. 6). (Murtinger et al., 2007)



Obr. 5 Zapojení na zelený bonus (www.solarni-system.cz)



Obr. 6 Zapojení na povinný výkup (www.solarni-system.cz)

3.5.4 Fotovoltaika na plochých střechách

Pro instalaci na plochých střechách se používají nejčastěji tenkovrstvé solární články, protože je zde malý úhel sklonu a není možnost velkého odvětrávání. Plášť střechy je tvořen střešními pásy z umělé hmoty, na kterou se laminují solární články vyrobené s amorfního křemíku. Veškeré kabely se umísťují pod těsnící plochu, to nevyžaduje žádné další vrtání střechou. Velkou výhodou je malá hmotnost a panely je možné instalovat i na střechy s nižší nosností. Oproti ostatním FV zařízení je zde největší výhoda ta, že FV panely nejdou skoro vidět a neruší tak výrazně okolní krajinu. Navíc střecha s FV panely má dobrou ochranu proti UV záření a vysokým kolísáním teploty. (Haselhuhn, 2010)

3.5.5 FV na fasádě

V rámci architektury je fasáda nejdůležitějším prvkem. Architekti mohou pomocí solárních panelů fasádu buď obohatit, nebo naopak výrazně omezit. Nevýhodou u svislých fasádních FV zařízení je, že jsou omezené svým výkonem, protože světlo se šikmo odráží a nedopadá ve správném úhlu. FV na fasádě neslouží pouze k výrobě elektrického proudu, ale má i další funkce, jako je ochrana před slunečním zářením, hlukem, povětrnostními

vlivy a také má výbornou tepelnou izolaci. Nejčastěji se setkáváme s pojmem studené, teplé a dvojité fasády. (Haselhuhn, 2010)

3.6 Fotovoltaické elektrárny

Solární elektrárny představují obrovské plochy FV panelů, které ve velkém množství vyrábějí proud, dodávaný přímo do elektrických sítí. V dnešní době solární elektrárny mohou bez problému konkurovat ostatním obdobným elektrárnám. Pokud má elektrárna energetický výkon zdroje od 100 do 1000 MW na jednom místě, je jediná možnost instalace na volném prostranství, polích, loukách nebo pouštích. Oproti zařízení, které se instalují na rodinné domky, což jsou malé FV elektrárny, se velké solární elektrárny technicky neliší. Jediným rozdílem je, že návrh a realizace se provádí ve velkém měřítku. V České republice je v dnešní době 33 velkých FV elektráren s výkonem okolo 200 MWp (jednotka výkonu solárního panelu v bodě maximálního výkonu za standardních podmínek). V tabulce č. 1, je uvedeno 13 největších FV elektráren v ČR. Na obrázku č. 7 je nově vybudovaná FV elektrárna v Zašové a na obrázku č. 8 je FV elektrárna v Krmelíně. (Söffker, 2010)



Obr. 7 FV elektrárna v Zašové (Oldřich Havlena, 2012)



Obr. 8 FV elektrárna v Krmelíně (Oldřich Havlena, 2012)

Tabulka 1 Největší FV elektrárny v České republice (www.usporim.cz)

Název FVE	Měsíc spuštění	Výkon v MWp
FVE CZECH VEPŘEK	květen 10	26,838
Solar Stříbro s.r.o.	prosinec 09	13,608
FVE Velké Těšany	prosinec 09	7,267
FVE CZECH SMIŘICE I	srpen 09	6,086
Fotovoltaická elektrárna Žabčice	prosinec 09	5,600
FVE Papeno	prosinec 09	5,445
FVE Mastířovice I. - Sever	listopad 09	4,973
FVE Sky Solar Velenice	prosinec 09	4,567
FVE Vlkoš u Kyjova	říjen 09	4,500
FVE Vranovská Ves 4,4 MW	listopad 09	4,488
Fotovoltaická elektrárna Čekanice	prosinec 09	4,480
FVE DIAMO I.	prosinec 09	4,312
FVE Vojkovice	prosinec 09	4,110

4 VLIV FOTOVOLTAIKY NA EKOSYSTÉM

4.1 Škodlivé látky v procesu výroby

Při výrobě solárních článků z křemíku je množství látek škodících životnímu prostředí srovnatelné s výrobou v polovodičovém průmyslu. Ve fázi, kdy se provádí čištění pomocí nanášecích zařízení, obsahují strojové mechanismy fluór (SF_6 , NF_3). Tyto látky mají až 22 800krát větší účinek na klima než v porovnání s CO_2 . U zodpovědných výrobců je jejich uvolněné množství velmi malé, ale v poměru s klimatickou bilancí se musí až po dobu dvou let vyrábět solární elektrický proud, aby došlo k snížení emisí CO_2 . Proto se od veškerých výrobců požaduje, aby používali náhradní látky, nebo realizovali kompletně uzavřené okruhy. V dnešní době jsou již technologie vyvinuté, ale ne vždy se používají, protože výrobny se obávají větších investic. Zde není zaručeně jisté, že se investice vyplatí. (Poulek et al., 2006)

4.2 Recyklace modulů

Pod vlivem směrnic EU o vyřazených elektrických a elektronických přístrojích a o omezení škodlivých látek ve vyřazených elektrických a elektronických přístrojích pracují výrobci na strategiích recyklace a vyloučení škodlivých látek. Látky jako kadmium, olovo, rtuť atd. jsou podle směrnice RoHS zakázány k používání. Přestože solární panely nespadají pod směrnici, výrobci se snaží nepoužívat zakázané látky a nahrazují je jinými. Od roku 2005 přešli výrobci k pájení solárních modulů bez použití olova. V roce 2007 zavedli sdružení „PV cycle“. Sdružení se zabývá systémem zpětného odebrání a opětného zhodnocování FV modulů a optimálně se snaží recyklovat a likvidovat FV moduly za ekologických a ekonomických kritérií. V Evropě se zaručují k celkovému podílu recyklace o 85 %. Celková životnost solárních článku se uvádí na 35 let, což znamená, že kolem roku 2025 se dá očekávat velké množství odpadů z FV modulů. V dnešní době se pomalu rozjíždí recyklace a následné znovuoobnovení do provozu. Recyklováno může být mimo křemíkových článků i sklo a hliník. Metoda umožňuje jak recyklaci křemíkových destiček, tak i celých solárních článků. Celé moduly se za teploty 500 °C rozkládají na jednotlivé části. Tyhle uvolněné články mohou být znovu uvedeny

do provozu. Jejich celková účinnost je o něco menší, ale k jejich výrobě lze ušetřit až 80 % spotřebované energie oproti nově vyrobeným článkům. (Poulek et al., 2006)

4.3 Elektrosmog a hluk

Za určitých okolností mohou střídače přenášet vysokofrekvenční nebo nízkofrekvenční pole do FV generátoru, nebo rovnou do elektroinstalace. Z toho mohou vznikat s nízkou energetickou úrovní magnetická nebo elektrická pole. Zařízení, které používají v zapojení střídač s transformátorem, dodržují bez problému stavebně biologické mezní hodnoty. Naopak u zařízení, které nemají transformátor, dochází k silným vnějším vazbám elektromagnetických rušivých impulzů na FV generátor, protože zde chybí galvanické oddělení. (Mayfield, 2010)

Čím větší je výkon střídače, tím větší je jeho hluk. Zařízení s výkonem pod 3 kW dosahují hladinu hluku 35 dBA, zařízení s výkonem nad 50 kW dosahují hlučnosti až 60 dBA. Proto je před instalací nutné počítat s protihlukovou ochranou jak místnosti, tak i kontejneru střídače. Protihlukové opatření střídače je vhodné i pro menší střídače o výkonu 2 kW, protože mohou velmi rušit. (Henze, 2000)

4.4 Fotovoltaika a krajina

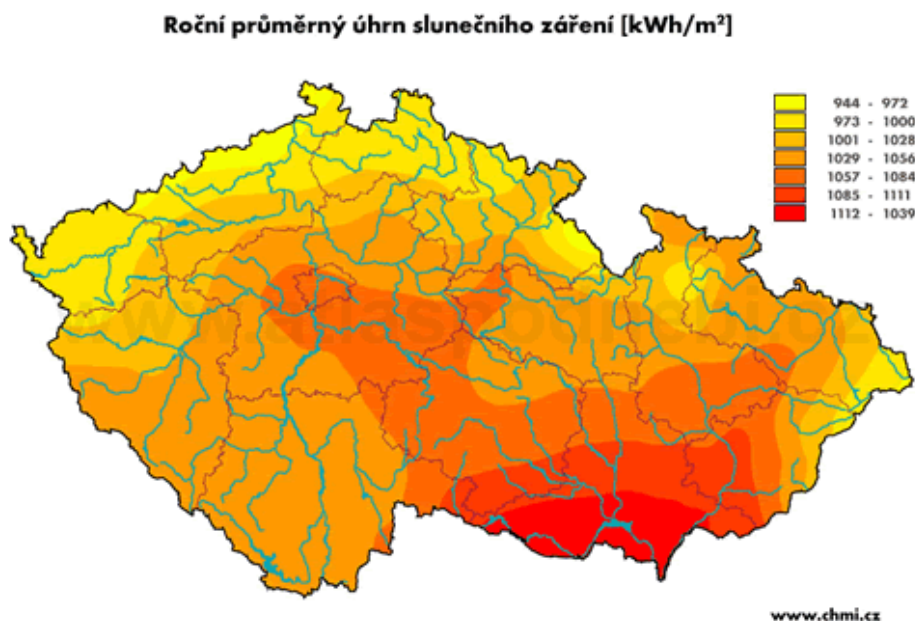
Slunečních elektráren stále přibývá a při výstavbě dochází k velkému zásahu do krajiny. Firmy, které se zabývají výrobou a instalací slunečních elektráren často kácí stromy a ohrožují živočichy nebo rostliny. Ke kácení stromů dochází z důvodu jejich stínění na solární panely. Elektrárny se budují i v místech, kde je průměrný roční svit velmi malý. Přitom vybudováním o pár kilometrů dále, by se roční výkon podstatně zvýšil. Na obrázku č. 9 je mapa slunečního svitu v ČR. Největším problémem je výstavba elektráren na orných půdách, pastvinách nebo loukách. Zde dochází díky velmi husté instalaci solárních panelů k neustálému zastiňování země. To velmi rychle ovlivňuje funkci orné pudy a ta se stává časem zdevastovaná a ztrácí svou kvalitu. Dalším problémem jsou živočichové, kteří trpí díky neustálému stínění a tím dochází k vyhubení, nebo migraci do okolního ekosystému. Nejhorší variantou je, pokud dojde k ohrožení vzácných rostlin nebo živočichů. Mezi další ovlivňující faktor je nevzhledné prostředí krajiny. Zde je výsledek

bohužel velmi špatný. Elektrárny sice nemají vysokou konstrukci, ale díky velkým rozměrům a hranatým tvarům působí na krajinu velmi nepříjemně.

Podle ministerstva životního prostředí jsou stanoveny návody, jakým způsobem se vymezují jednotlivé zóny. Do červené zóny se řadí území, kde není vhodná výstavba FV panelů. Jsou to zvláště chráněná území, přírodní parky, územní systémy ekologické stability, registrované významné krajinné prvky a územní soustavy Natura 2000.

Do žluté zóny se řadí území spíše nevhodná. Zde patří ochranná pásma zvláště chráněných území, ochranná pásma vizuálního vlivu zvláště chráněných území a významné krajinné prvky neregistrované.

Poslední zóna je zelená, a zde je výstavba FV panelů vhodná. Patří sem území se sníženými hodnotami krajinného rázu nebo s výrazným uplatněním negativních znaků, část hodnoceného území, která nezahrnuje území červené a žluté zóny a ani území s rysy degradace krajinné scény. Zelená zóna stanovuje podrobnou regulativu umístění. Jedná se především o velikost plochy území, kde se solární elektrárna realizuje. (www.mzp.cz)



Obr. 9 Roční průměrný úhrn slunečního záření (www.chmi.cz)

5 DISKUZE

Téma obnovitelné zdroje, je v dnešní době velmi diskutovaná problematika. Z poznatků zpracovávaných v bakalářské práci jasně vyplývá, že existují dva odlišné názory. Jeden názor se přiklání k obnovitelným zdrojům jako podstatná věc, která by se neměla v žádném případě opomínat. Naopak druhý názor je zcela odlišný a říká, že obnovitelné zdroje jsou pouze marketingovou záležitostí a není potřeba se jim ve velké míře věnovat. Já jsem jednoznačně zastávce prvního názoru, protože vyčerpání fosilních paliv nás určitě nemine. Je pravda, že se někdy obnovitelné zdroje zneužívají k obohacování a získání financí, aniž by splňovaly svůj význam. Jako příkladem je obchodování s FV, kdy došlo k tomu, že stát dotoval získaný FV proud, ale přitom majitel měl před elektrickými hodinami přivedený proud z rozvodné sítě a nechal si ho zaplatit jako proud získaný z FV panelů. Podobných případů bylo odhaleno několik a je otázka, zda byly odhaleny všechny.

Který typ elektrárny je „nejlepší“ k získání elektřiny z obnovitelných zdrojů? Podle mě se jednoznačně nedá odpovědět. Každá elektrárna má své výhody i nevýhody. U větrných elektráren je předností zisk energie z větru. Ovšem na úkor velkého zásahu do krajiny a ekosystému dané lokality díky vysokým rozměrům a nepříliš hezkému vzhledu. Také způsobují úmrtí ptactva při nárazu do velkých vrtulí a způsobují šum, který ruší jak obyvatele, tak i veškerou zvěř poblíž. Pro plné nahrazení veškeré spotřeby elektrického proudu lidstva by musely být pokryté značné plochy větrných elektráren po celém světě a navíc ne všude jsou optimální větrné podmínky. To samé by se dalo říct i o vodních elektrárnách. Ty sice mají zcela jinou konstrukci, ale mohou způsobovat úmrtí ryb, nebo jiných vodních živočichů.

U FV elektráren je problematika ještě složitější. Na jednu stranu je energie ze slunce velmi přínosná. Na druhou stranu se ovšem musí budovat velké plochy, kde se umísťují solární panely. Nutné plochy k vybudování jsou asi největším problémem, s kterým se FV setkává. Mě se zamlouvají nejvíce FV panely umístěné na budovách. Jelikož je jejich umístění na střeše, ovlivňují krajinu pouze minimálně. Jen ve výjimečných případech se budují poblíž domů, kde jsou umístěny na speciální nosné konstrukci. I když jejich účinnost není nějak extrémně velká, při vybudování na většině budov by značně pomohla dodávat energii a zmenšit tak závislost na fosilních palivech.

Jako nejideálnější řešení je, spojit více prostředku pro získání energie z obnovitelných zdrojů a úplně se osamostatnit od elektřiny dodávané z rozvodné sítě. Jako příklad může být kombinace FV panelů a solárních termických systému. FV panely dodávají přes den elektrický proud, který se akumuluje do baterie a slouží k dodávání elektrické energie do domácnosti. Solární termické články zase ohřívají vodu a shromažďují ji do určených nádob. To zamezuje ohřívání vody pomocí elektřiny a reguluje zbytečně velký odběr elektrického proudu. Investice zařízení je sice vysoká, ale návratnost se uvádí kolem pěti let, což se dá považovat za velmi krátkou dobu.

Největším problémem, který nastává při vybudování velkých FV elektráren je zničená a zdevastovaná krajina. Výstavba FV elektráren v ČR by podle mě neměla být vůbec povolena. I když se podle Ministerstva životního prostředí musí budovat elektrárny pouze na povolených a schválených místech, ne vždy tomu tak je. Budují se na soukromých pozemcích, které jsou většinou nepoužívané, ale nachází se zde orná půda, nebo louky. Ty by se mohly využívat jako zemědělské pastviny nebo půdy. Vybudování FV elektráren v místech, kde je krajina již zdevastovaná, nebo v místech kde je poušť, může být prospěšná, protože jiné využití zde už většinou není.

6 ZÁVĚR

Veškerá výroba elektrického proudu, nebo získávání tepla z obnovitelných zdrojů má ve světě velkou budoucnost. Je třeba neustále zdokonalovat výzkum v dané problematice a pořád vyvíjet nové technologie. Mnoho odborníků zabývajících se onou problematikou tvrdí, že jsme teprve na začátku možností s využitím obnovitelných zdrojů. Když si uvědomíme jaká je situace fosilních paliv, tak je to pouze otázka krátkého času, kdy nastane problém a obnovitelné zdroje budou mít klíčovou úlohu v zastoupení a výrobě energie místo neobnovitelných zdrojů. Proto je třeba pomalu, ale jistě více využívat obnovitelných zdrojů a připravit se na den, kdy dojdou veškerá fosilní paliva. Nesmíme také zapomínat, že je důležité co nejvíce šetřit naši planetu Zemi, protože v posledním tisíciletí se člověk nechoval určitě tak, jak si matka příroda zaslouží. Rychlý rozvoj moderní doby přinesl obrovskou poptávku po fosilních palivech, která každým dnem neustále stoupá i za předpokladu, že cena je pořád větší.

V bakalářské práci jsem popisoval přeměnu energie z obnovitelných zdrojů na elektrickou energii, popř. teplo s větším zaměřením na FV panely. Při zpracování informací ke své práci jsem zjistil, že v ČR je mnoho možností jak využívat obnovitelných zdrojů, i za horších geologických podmínek. V ostatních místech mimo ČR jsou možnosti využití v závislosti na lokalitě. Například v oblastech rovníku, kde je zvýšená sluneční aktivita, je nejvhodnější využití solárních panelů. Naopak v místech, kde jsou zvýšené povětrnostní podmínky, je vhodné vybudovat větrné elektrárny.

Dále jsem popisoval výhody a nevýhody všech elektráren, které využívají obnovitelné zdroje. Dospěl jsem k závěru, že nelze jednoznačně určit typ nejlepší a nejvýhodnější elektrárny. Přesto se nejvíce přikláním k FV zařízením. Určitě ale nepodporuji výstavbu elektráren na orných půdách, které jsou celou instalaci sítí zdevastovány. Naopak jsem pro výstavbu FV na budovách, velkých halách nebo půdách, které nemají žádné jiné využití. Na celé Zemi je asi 22 milionů km², které nemají vůbec žádné využití. Mezi ně patří např. poušť Sahara nebo Kalahari. Sahara má rozlohu okolo sedmi milionů km². Vybudováním solárních elektráren z jedné desetiny na Sahaře by bylo možné vyprodukovat pětkrát více energie, než je spotřeba na celém světě. Ovšem realizace a připojení do celosvětové sítě je obrovský finanční problém, který si žádný stát na světě nechce vzít na starost.

Bakalářská práce mi přinesla mnoho nových poznatků z využívání obnovitelných zdrojů. Určitě bych se chtěl dále zabývat tímto tématem v diplomové práci a řešit tak novou problematiku obnovitelných zdrojů a FV.

7 CITACE

Akumulační elektrárny. *Elektrárny* [online]. Praha, 2005 [cit. 2012-01-27]. Dostupné z: <http://www.elektrarny.xf.cz/akumulacni.php>

Anglicko-český a česko-anglický slovník životního prostředí a udržitelného rozvoje. 2., upr. a rozš. vyd. Praha: Státní fond životního prostředí České republiky, 2010, 768 s. ISBN 978-80-904577-0-6.

BACHER, Pierre. *Energie pro 21. století: building markets and capacity*. 1. vyd. Praha: HZ, 2002, 182 s. ISBN 80-860-0940-8.

BERANOVSKÝ, Jiří. *Alternativní energie pro váš dům: building markets and capacity*. 1. vyd. Brno: ERA, 2003, 125 s. ISBN 80-865-1759-4.

CENEK, M. *Obnovitelné zdroje energie*. 2. upr. vyd. Praha: FCC Public, 2001, 208 s. ISBN 80-901-9858-9.

CROME, Horst. *Technika využití energie větru: svépomocná stavba větrných zařízení*. 1. české vyd. Ostrava: HEL, 2002, 144 s. ISBN 80-861-6719-4.

Dlouhé Stráně. *Skupina ČEZ* [online]. Praha, 2010 [cit. 2011-05-11]. Dostupné z: <http://www.cez.cz/cs/vyroba-elekriny/obnovitelne-zdroje/voda/dlouhe-strane.html>

Dřevěné pelety a peletky. *Jilos* [online]. 2011 [cit. 2011-12-20]. Dostupné z: <http://www.jilos.cz/drevene-pelety-a-peletky>

Energie z biomasy. *SPVEZ* [online]. 2010 [cit. 2011-07-19]. Dostupné z: <http://www.spvez.cz/pages/biomasa.htm>

Geotermální energie. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. 2012 [cit. 2012-02-12]. Dostupné z: http://www.mzp.cz/cz/geotermalni_energie

HASELHUHN, Ralf. *Fotovoltaika: Budovy jako zdroj proudu*. 1. české vyd. Ostrava: HEL, 2010, 176 s. ISBN 978-80-86167-33-6.

HENZE, Andreas a Werner HILLEBRAND. *Elektrický proud ze slunce: fotovoltaika v praxi: technika, přehled trhu, návody ke stavbě*. 1. české vyd. Překlad Václav Losík. Ostrava: HEL, 2000, 136 s. ISBN 80-861-6712-7.

HOLATA, Miroslav. *Malé vodní elektrárny: projektování a provoz*. Vyd. 1. Praha: Academia, 2002, 271 s. ISBN 80-200-0828-4.

KOMP, Richard J. *Practical photovoltaics: electricity from solar cells*. 3rd ed. Ann Arbor, Mich.: Aatec Publications, 2002, 197 s. ISBN 09-379-4811-X.

MAYFIELD, Ryan W. *Photovoltaic design*. 1st ed. Indianapolis, IN: Wiley Pub., Inc, 2010. ISBN 04-705-9893-X.

MURTINGER, Karel, Jiří BERANOVSKÝ a Milan TOMEŠ. *Fotovoltaika, elektřina ze slunce*. 1. vyd. Brno: ERA, 2007, 81 s. ISBN 978-80-7366-100-7.

MURTINGER, Karel. *Energie z biomasy*. 1. vyd. Brno: ERA, 2006, 94 s. ISBN 80-736-6071-7.

Nejekologičtější zdroj nevyčerpatelné energie. *Solartec* [online]. 2012 [cit. 2012-02-20]. Dostupné z: <http://www.solartec.cz/cs/fv-systemy/o-fotovoltaice/nejekologictejsi-zdroj-energie.html>

Obnovitelné zdroje energie: Povolovací proces. In: *MŽP* [online]. Praha, 2009 [cit. 2011-10-07]. Dostupné z: [http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/obnovitelne_zdroje_informacni_podpora/\\$FILE/OZK-Povolovací_proces-20110609.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/obnovitelne_zdroje_informacni_podpora/$FILE/OZK-Povolovací_proces-20110609.pdf)

OTTI. [WISS. GESAMTLEITUNG: GÜNTHER EBERT. VERANST.: OTTI E.V., BEREICH ERNEUERBARE ENERGIEN. MITVER, BSW. 24. *Symposium Photovoltaische Solarenergie 04. - 06. März 2009, Kloster Banz, Bad Staffelstein*. Regensburg: OTTI, 2009. ISBN 978-393-4681-934.

PETRÁŠ, Dušan. *Obnovitelné zdroje energie pre nízko-teplotné systémy*. 1. vyd. Bratislava: JAGA, 2009, 223 s. ISBN 978-80-8076-075-5.

POULEK, Vladislav a Martin LIBRA. *Solar energy: photovoltaics - promising trend for today and close future*. 1st ed. Prague: CUA, 2006, 153 s. ISBN 80-213-1489-3.

QUASCHNING, Volker. *Obnovitelné zdroje energií*. 1. vyd. Praha: Grada, 2010, 296 s. Stavitel. ISBN 978-80-247-3250-3 (BROŽ.).

SCHEER, Hermann a Martin LIBRA. *Sluneční strategie: politika bez alternativy*. 1st ed. Praha: Nová Země, c1999, 284 s. ISBN 80-902-5350-4.

SCHULZ, Heinz. *Teplo ze slunce a země: energeticky úsporné topné systémy s podzemními zásobníky tepla, slunečními absorbéry a tepelnými čerpadly*. 1. české vyd. Ostrava: HEL, 1999, 132 s. ISBN 80-86167-09-7.

SÖFFKER, Bernhard Weller ... [Ed.: Melanie Weber. Transl.: Gerd H. a Philip THRIFT]. *Photovoltaics technology, architecture, installation*. 1st ed. Basel: Birkhäuser, 2010. ISBN 978-303-4603-690.

Větrná energie. *Czech RE Agency* [online]. Rožnov pod Radhoštěm, 2009 [cit. 2011-06-30]. Dostupné z: <http://www.czrea.org/cs/druhy-oze/vetrna-energie>

Vitoligno 100S. *Viessmann* [online]. 2011 [cit. 2011-07-19]. Dostupné z: http://www.viessmann.cz/cs/rodinny_dum_dvougeneracni_rodinny_dum/produkty/Holzkesel/Vitoligno_100-S.html

Vodní elektrárny v ČR. *Vodní a tepelné elektrárny* [online]. Praha, 2010 [cit. 2011-03-30]. Dostupné z: <http://www.vodni-tepelne-elektrarny.cz/vodni-elektrarny-cr.htm>

WIEDEMANN, Torsten. *Renewable energy in Europe: building markets and capacity*. London: James, c2004, 202 s. ISBN 18-440-7124-3.

Základy fotovoltaiky. *Iteserve* [online]. 2011 [cit. 2011-08-22]. Dostupné z: <http://www.iteserve.cz/index.php/fotovltaicke-elektrarny/fotovoltaika>

8 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Dlouhé stráně, letecký snímek.....	8
Obr. 2 Schéma geotermální HDR elektrárny	10
Obr. 3 Spektrum slunečního záření.....	16
Obr. 4 Princip a činnost solárního článku	19
Obr. 5 Zapojení na zelený bonus	21
Obr. 6 Zapojení na povinný výkup	22
Obr. 7 FV elektrárna v Zašové.....	23
Obr. 8 FV elektrárna v Krmelíně	24
Obr. 9 Roční průměrný úhrn slunečního záření.....	27

9 SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Největší FV elektrárny v České republice	24
--	----